

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-006919

(43)Date of publication of application : 13.01.1986

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

(21)Application number : 59-127155

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 20.06.1984

(72)Inventor : ONO MASAOKI

FUJIWARA YOSHIKI

WAKATSUKI NOBORU

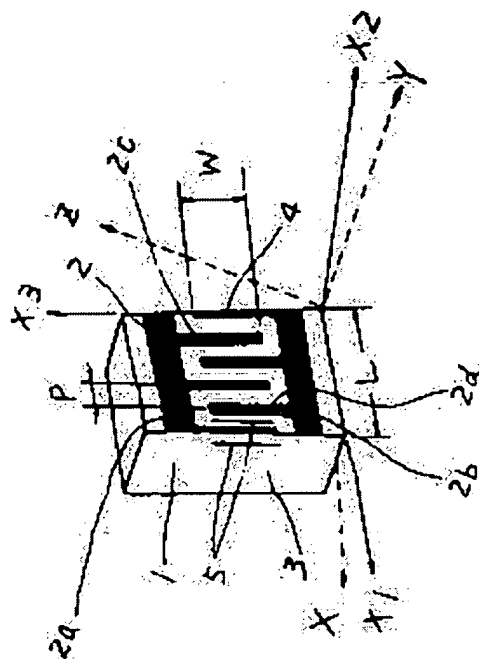
## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a lithium tantalate medium substrate with excellent temperature coefficient and to attain a surface acoustic wave element having a large coupling factor by forming a reed screen electrode formed with two comb-tooth electrodes meshed with each other.

**CONSTITUTION:** The lithium tantalate substrate 1 having  $0^\circ$  and  $130^\circ$  of Euler angles  $\phi$ ; and  $\theta$  respectively forms an end face reflecting type piezoelectric shear wave resonator. A surface-shear wave is generated by the reed screen electrode 2, reflected on free end faces 3, 4 to offer a resonance characteristic.

The surface-shear wave is changed in a direction in parallel with fingers 2c, 2d of the comb-tooth electrodes 2a, 2b of the reed screen electrode 2 and propagated in a direction at a right angle thereto, then the mode is not converted into other modes at the free end faces 3, 4 and the wave is reflected while being kept to be the surface-shear wave.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-6919

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

③ 公開 昭和61年(1986)1月13日

H 03 H 9/25

C-7328-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 弾性波素子

⑮ 特 願 昭59-127155

⑯ 出 願 昭59(1984)6月20日

⑰ 発 明 者 小 野 正 昭 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑱ 発 明 者 藤 原 嘉 朗 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑲ 発 明 者 若 月 昇 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑳ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 川崎市中原区上小田中1015番地  
㉑ 代 理 人 弁 理 士 松 岡 宏 四 郎

明 細 書

1. 発明の名称

弾性波素子

2. 特許請求の範囲

(1) Z軸を中心として反時計方向を正として回転した第一回転角 $\theta$ と、X軸を中心として反時計方向を正として回転した第二回転角 $\phi$ で切断面を表示し、回転後のZ軸を中心として反時計方向を正として回転した第三回転角 $\psi$ を基板面内の表面波伝搬方向としたオイラー角表示( $\theta, \phi, \psi$ )で $\theta = 0 \pm 5^\circ$ ,  $\phi = 130^\circ \pm 5^\circ$ ,  $\psi = 1^\circ \pm 5^\circ$ と表わされる切断面方位と伝搬方向とを持つタンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )圧電基板を有し、該基板表面にその表面波伝播方向と略直角に各フィンガが位置するように少なくとも2個のくし歯電極を相互に噛み合せてすだれ状電極体を形成してなる弾性波素子。  
(2) 前記弾性波素子は前記すだれ状電極体を1個有し、前記表面波が表面すべり波で、該すべり波が基板の両端面を反対して所望共振周波数を与える端面反射形の圧電すべり波共振子であることを

特徴とした特許請求の範囲が記載の弾性波素子。

(3) 前記すだれ状電極体のフィンガの重なり長であるフィンガ長を前記表面すべり波の波長を $\lambda$ とした場合、 $5\lambda \sim 15\lambda$ としたことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の弾性波素子。

(4) 前記フィンガ長を約 $10\lambda$ としたことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の弾性波素子。

(5) 前記すだれ状電極のフィンガ対数を40~80対としたことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の弾性波素子。

(6) 前記フィンガ対数を約60対としたことを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の弾性波素子。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は弾性波素子、特にタンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )圧電基板を基材とし、結合係数を大きく、温度係数を小さくする弾性波素子の改良に関する。

(2) 技術的背景

弾性波素子は圧電基板の表面上にすだれ状電極体を形成することによってVHF帯やUHF帯のフ

フィルタ、共振子が容易に実現できる。一部 TV 受信機用の P<sub>1</sub>F フィルタや RF コンバータの共振素子として実用されているが、用途の拡大をめざして弾性波素子に対しても新たな機能や性能向上が要求されてきている。これらの弾性波素子の性能はすだれ状電極体の設計はもちろん使用する圧電基板に依るところが大きい。代表的な圧電基板としてはニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>)、タンタル酸リチウム (LiTaO<sub>3</sub>)、水晶があり、切断面方位や伝播方向によっても種々の性能を示すものである。

#### 〔従来技術と問題点〕

弾性波素子用基板の特性を表示する指標として、結合係数と温度係数とがある。結合係数は電気エネルギーが振動エネルギーに変換される効率を示す指標であり、弾性波素子を構成する圧電基板の表面に金属層等が付着されずフリーの状態にある場合の表面波の伝播速度を  $V_f$  とし、一方、その表面に金属層等が付着されて短絡されている状態にある場合の表面波の伝播速度を  $V_s$  とした場合、

結合係数  $K$  は、

$$K = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_f - V_s}{V_s}$$

として定義される。一方、温度係数  $K_T$  は、圧電媒体基材中を表面波が伝播する速度の温度に対する変化率であり、ある位相 (H) において温度を  $\Delta T$  だけ変化した場合に発生する位相変化を  $\Delta H$  とした場合、

$$K_T = \Delta H / H / \Delta T$$

と定義される。

以上の基板の結合係数と温度特性は弾性波素子の特性と密接な関係をもつもので、結合係数が多い程広帯域なフィルタや VCO 素子が得られ、又温度特性が良好な程狭帯域フィルタや高安定共振子を実現する上で有利となる。弾性波素子に使用される最も代表的な基板の結合係数  $K$  と弾性波素子としての周波数温度係数 TCF を表 1 に示す。

表 1

基板材料	切断面方位と伝播方向 (オイラー角表示)	$K$ (%)	TCF (PPm/°C)
LiNbO <sub>3</sub>	(0, 38, 0)	5.6	-72
LiTaO <sub>3</sub>	(90, 90, 112)	0.7	-22
水晶	(0, 132.75, 0)	0.116	0

すなわち、ニオブ酸リチウムを使用する場合は温度係数が劣り、タンタル酸リチウムや水晶の場合は結合係数が劣るという欠点があった。

#### 〔14〕 発明の目的

本発明の目的はこの欠点を解消することにある、本来温度係数のすぐれているタンタル酸リチウムを圧電媒体基材とし、しかも、結合係数の大きな弾性表面波素子を提供することにある。

#### 〔発明の構成〕

そしてこの目的は本発明によれば、リチウムタンタレート (LiTaO<sub>3</sub>) 圧電基板において Z 軸を中心として反時計方向を正として回転した第一回転角  $\phi$  と、X 軸を中心として反時計方向を正として回転した第二回転角  $\theta$  で切断面を表示し、回転後の Z 軸を中心として反時計方向を正として回転した第三回転角  $\psi$  を基板内

内の伝播方向としたオイラー角表示 ( $\phi, \theta, \psi$ ) で  $\phi = 0^\circ \pm 5^\circ$ ,  $\theta = 130^\circ \pm 5^\circ$ ,  $\psi = 1^\circ \pm 5^\circ$  と表わされる切断面方位と伝播方向を持つタンタル酸リチウム (LiTaO<sub>3</sub>) 圧電基板を有し、該基板表面にその表面波伝播方向と略直角に各フィンガが位置するように少なくとも 2 個のくし歯電極を相互に噛み合せたすだれ状電極体を形成してなる弾性波素子により達成される。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

第 1 図は本発明に係る端面反射形の圧電すべり波共振子に使用したタンタル酸リチウム (LiTaO<sub>3</sub>) からなる圧電基板の切断面と弾性波の伝播方向をオイラー表示するためのオイラー角の定義を示す図である。

第一回転角  $\phi$  は Z 軸を中心、第二回転角  $\theta$  は X 軸を中心として反時計方向を正として回転して切断面方位を表示し、第三回転角  $\psi$  は回転後の基板内の X 軸からの回転角で伝播方向を表わすもので、

( $\phi, \theta, \phi$ )として表示される。

使用したLiTaO<sub>3</sub>基板のオイラー角表示 $\phi, \theta$ はそれぞれ0°, 130°であり、一般には40°rot(回転)YLiTaO<sub>3</sub>とも表現される。

第2図はこの40°rotYLiTaO<sub>3</sub>基板1を使用した本発明に係る端面反射形の圧電すべり波共振子を示す斜視図で、すだれ状電極体2によって表面すべり波が発生され、自由端面3, 4で反射されて共振特性を得る。この表面すべり波は矢印5で示す如くすだれ状電極体2のくし歯電極2a, 2bのフィンガ2c, 2dと平行な方向に変化し、それと略直角方向に伝播するので、自由端面3, 4で他モードへの変換がなく表面すべり波のまま反転される。また表面すべり波の波長を $\lambda$ とするとそのエネルギーは表面から深さ $\lambda/2$ 以内に90%以上集中している。

この様な共振子のアドミタンスは一般に

$$Y = j\omega Cd + 1 / (R + j \frac{2WBCdK_L}{\pi} \frac{\pi \cdot W}{2Wd}) \quad (2)$$

と表わされる。

ここにWは角周波数、 $\omega$ は芝振角周波数、Cdはすだれ状電極体の電極間の並列容量、Rは損失を表わす芝振抵抗、 $R'$ は電気機械結合係数である。

また(2)式は簡単に、

$$Y = j\omega Cd + 1 / (R + j\omega L + 1 / j\omega C) \quad (3)$$

と表わされ、その等価回路表現は第3図の如く2端子の共振回路として表現される。

第3図において、Cdは上記の並列容量、Cはすだれ状電極体の直列容量、Rは上記の共振抵抗、Lは直列インダクタンスである。

一方共振子の共振角周波数 $W_0$ および共振先鋭度Qはそれぞれ、

$$W_0 = 1 / LC \quad (4)$$

$$Q = W_0 L / R \quad (5)$$

となる。また共振子の誘導性領域の広さの目安となる容量比 $r$ は

$$r = Cd / C \quad (6)$$

と表わされる。

本発明に係る共振子の製造方法は、第4図の如

くウェーハ状の40°rotYLiTaO<sub>3</sub>基板1aに表面すべり波の伝播方向(矢印SAW) $\phi$ が1~5°で傾ましくは1°となるようにフィンガピッチが等間隔のすだれ状電極帯2eを複数個並列に形成した後、ダイシングソー等によりウェーハを切断する。この切断は各すだれ状電極帯2eの分割( $f$ …… $f'$ )と、分割されたすだれ状電極帯2eを更に本共振子が得られるように所定フィンガ数で個片に分割( $g$ ……)する工程がある。

またすだれ状電極帯2eの形成は、基板1aの表面上に金蒸着用のニクロム(NiCr)2 $\mu$ mを約500Å程度、その上に金(Au)2 $\mu$ mを約2500Å程度の膜厚で蒸着形成し、その後フォトリソグラフィ技術でエッチングしてパターンニングされる。

更に分割時の基板1の端面3, 4のチップングによる共振周波数変更を調整するため、すだれ状電極体2の上層の金2 $\mu$ mには金がノッキ処理されたり、或は金2 $\mu$ mがエッチングにより溶解される。

このようにして本発明に係る第2図の端面反射形圧電すべり波共振子が形成される。

第5図は本発明に係る上述の基板1の表面すべり波伝播方向 $\phi$ を変化させた際のQの変化と共振周波数の温度特性TCFを示す図である。

ここで使用した共振子は、基板1が40°rotYLiTaO<sub>3</sub>で、該基板1の表面にすだれ状電極体2が形成され、且つ該すだれ状電極体2は第2図に示す如きフィンガ長(フィンガの重なり長)W、フィンガピッチP、フィンガ本数N(両側のくし歯電極のフィンガ本数)がそれぞれ410 $\mu$ m, 25.9 $\mu$ m, 90本(フィンガ対数は45対)とした。

第6図から理解される通り、伝播方向 $\phi$ が1°±5°が使用可能で、1°が良好であり、特に1°の時が最も高いQ値600が得られた。この際の基板特性を表2に示す。表1に示す従来の圧電基板と比較して結合係数が大きく、温度係数も良好である。

表2: 40°rotYLiTaO<sub>3</sub>基板の  
圧電すべり波特性(伝播方向 $\phi=1^\circ$ )

音速	4110 (m/s)
結合係数	0.056
周波数温度係数	-28 (ppm/°)

また本発明者らは $\phi, \theta$ についても $LIT=0$ 、圧電結晶を種々カットして調べた結果、 $\phi=0 \pm 5^\circ$ 、 $\theta=130^\circ \pm 5^\circ$ が良好で、それ以外のカット角度は結合係数が小さく、温度係数も良好なものではなかった。

第7図は第6図で説明した本発明に係る共振子のフィンが長 $W$ と $Q$ との関係を示す図である。

これはフィンが対数を50対(フィンが数120本)に固定しフィンが長 $W$ を変化させた結果のデータで、図よりフィンが長 $W$ は5 $\mu$ ~15 $\mu$ が良好で、特に10 $\mu$ が最適である。

尚、 $\lambda$ は表面波すべり波の波長である。

第8図は第7図の各フィンが長におけるフィンが対数 $N$ と $Q$ との関係を示す本発明に係る図である。

この図より理解される通り、フィンが対数 $N$ は40~80対が良好で特に60対が最適である。

第9図は基板1の切断位置誤差と共振周波数の変化を示す本発明に係る図である。

本発明に係る共振子は第2図の如く基板1を切

断する場合、フィングの中央位置で切断すると周波数変化はほとんどない。

しかしこのような切断は多少のパラツキを生じるが、フィンが対数 $N$ が少ない場合(例えば第9図の20対)に顕著に現われる。

これに対し、フィンが対数 $N$ が40~80対の場合はその変化は小さく、メッキ或はエッチングによる上述の周波数調整方法によってそのパラツキをなくし所望共振周波数が得られる。

次に $(\phi, \theta, \phi)$ が $(0, 130^\circ, 1^\circ)$ の $LIT=0$ 、基板を使用した本発明に係る端面反射形圧電すべり波共振子の等価回路定数例を表3に示す。

この共振子におけるすだれ状電極体2は第6図で説明したものである。

表3 等価回路定数

共振抵抗 $R_a$	7 OHM
直列インダクタンス $L$	6.6 $\mu$ H
直列容量 $C$	0.46 pF
平行容量 $C_d$	9 pF
$Q$	520
容量比 $C_d/C$	19.6

また第10図は表3における共振子の共振周波数および反共振周波数の温度特性を示すもので、それぞれ $-28 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $-39 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ が得られた。

更に第11図は表3における振幅および位相特性を示す本発明に係る図である。

(発明の効果)

以上説明の通り本発明によれば、本来温度係数のすぐれているタンタル酸リチウムを圧電媒体材料とし、しかも、結合係数の大きな弾性波素子を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る共振子に使用した圧電基板の切断面方位と弾性波の伝播方向とを定義する図、第2図は本発明に係る共振子の構造を示す図、第3図は第2図共振子の等価回路、第4図と第5図は本発明に係る共振子の製造方法を説明する図、第6図は表面波の伝播方向 $\phi$ を変化させた時の $Q$ および共振周波数の関係を示す本発明に係る図、第7図と第8図および第9図は本発明に係る共振子のすだれ状電極体の特性を示す図、第10図は

本発明に係る共振子の共振周波数および反共振周波数の温度特性を示す図、第11図は本発明に係る共振子の振幅および位相特性を示す図である。

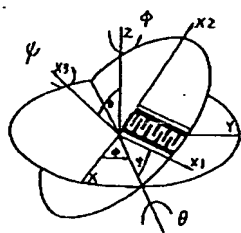
(符号の説明)

1…圧電基板、2…すだれ状電極体、3、4…自由端面、5…表面すべり波の伝播方向

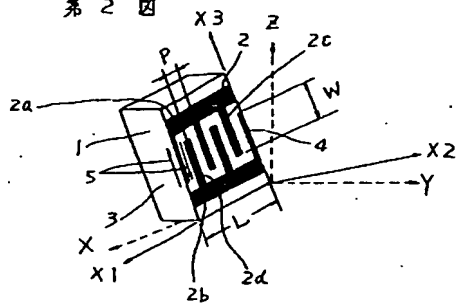
代理人 弁理士 松岡 富四郎



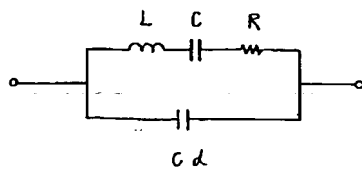
第1図



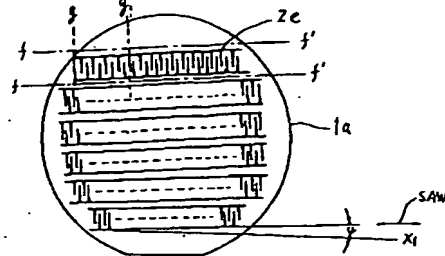
第2図



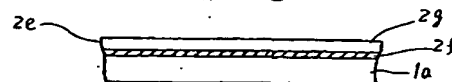
第3図



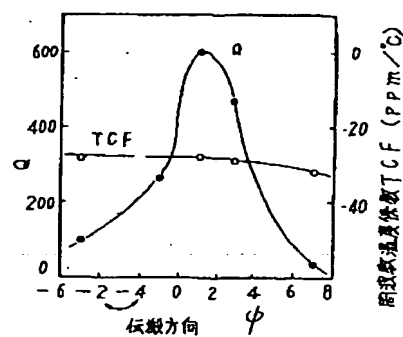
第4図



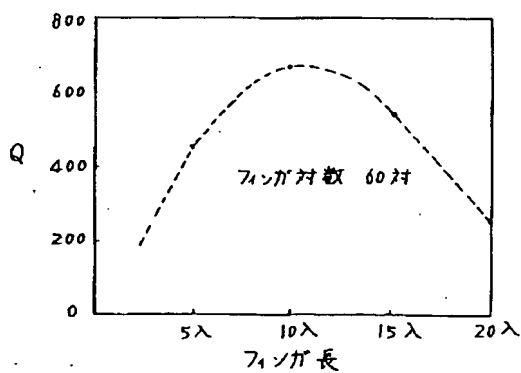
第5図



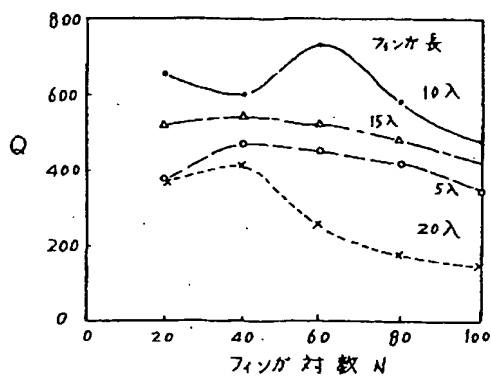
第6図



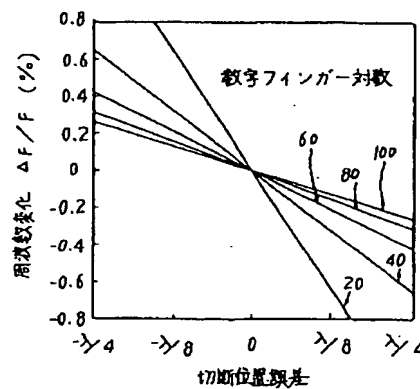
第7図



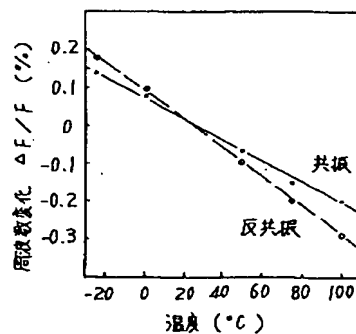
第8図



第9図



第10図



第 11 图

